

## بررسی منشاء فلزات سنگین حوضچه‌های نگهداری سیلاب در مناطق صنعتی و تأثیر خوردگی جوی

### چکیده

وجود رطوبت و آلودگی هوا، باعث تشدید خوردگی سطوح فلزی و پوشش‌های غیرفلزی در مناطق صنعتی می‌شود و شسته شدن این سطوح با ریزش باران باعث انتقال آلاینده‌های مختلف در محیط‌های آبی و خاک اطراف این مجتمع‌ها می‌شود. بررسی کیفیت سیلاب در منطقه صنعتی پارس جنوبی مبین وجود آلودگی به فلزات سنگین در خروجی حوضچه‌های نگهداری سیلاب پالایشگاهها و پتروشیمی‌های منطقه است. در این مقاله تعیین خوردگی جوی در صنایع گاز و پتروشیمی منطقه ویژه اقتصادی انرژی پارس، به هدف بررسی منابع آلاینده فلزی است. با توجه به موقعیت صنایع، توپوگرافی منطقه و جهت بادهای غالب، مکان ایستگاههای اندازه‌گیری مشخص و مهم‌ترین مشخصه هواشناسی، یعنی رطوبت نسبی و آلودگی‌های هوا از جمله دی‌اکسید گوگرد، نرخ سولفاتاسیون هوا و نرخ رسوب کلراید در چهار ایستگاه مورد سنجش و ارزیابی قرار گرفت. بر اساس نتایج حاصل شده، برای فلزات روی، مس و آلومینیوم، خوردگی جوی منطقه در ۶۲/۵ درصد مواقع سال متوسط، ۳۳/۳ درصد مواقع متوسط تا شدید و در ۴/۲ درصد مواقع شدید تا بسیار شدید بوده است؛ همچنین خوردگی جوی در مورد کربن استیل در کل سال به طور متوسط در کلاس شدید قرار می‌گیرد.

### کلید واژه

کیفیت سیلاب- فلزات سنگین- خوردگی جوی- رسوب کلراید- سولفاتاسیون- پتروشیمی- پالایشگاه گاز

### سر آغاز

فلزات، آلیاژها و پوشش‌های استفاده شده بر روی آنها، بویژه زمانی که سطح آنها مرطوب شود، در معرض آلاینده‌های هوا دچار خوردگی می‌شوند. نوع و نرخ خوردگی بستگی به الکترولیت تشکیل شده بر روی سطح و مدت زمان تماس خواهد داشت. از سوی دیگر ماهیت الکترولیت به غلظت و نوع آلاینده‌های موجود در هوا وابسته است (Henry, et al., 2004). در نهایت شسته شدن این سطوح به وسیله بارندگی باعث انتقال آلاینده‌های مختلف از جمله فلزات خورده شده در محیط‌های آبی و خاک این مناطق می‌شود. در حال حاضر به آثار مخرب رهاسازی فلزات سنگین ناشی از پساب‌های مختلف صنعتی، غبار حاصل از کارخانه‌ها، آژروسول‌ها و خاکستر صنایع در طبیعت توجه زیادی می‌شود. دوام بلند مدت بیولوژیکی و باقی ماندن در محیط‌های آبی و خاک، سبب انباشته شدن این فلزات

در زنجیره غذایی و در نتیجه تأثیرات منفی بالقوه برای سلامتی انسان می‌شود. علاوه بر آن، خصوصیات محیط پذیرنده بر میزان تحرک آلودگی و بنابراین تنظیم میزان آزادسازی آنها در خاک، یا محیط آبی مؤثر است. برای نمونه ماهیان قادرند که فلزات سنگین ناشی از پساب‌های مختلف را که درون دریاها و رودخانه‌ها ریخته می‌شوند در بدن خود جمع کنند، بدون اینکه هیچ علامت بالینی از خود نشان دهند. و استفاده خوراکی از این ماهیان به معنای انتقال این فلزات سنگین و مواد سمی به بدن انسان است که بخصوص برای کودکان می‌تواند بسیار خطرناک باشد و در واقع این تهدیدی برای نسل فردای جامعه است (صفوی، ۱۳۷۸). در مناطق صنعتی استفاده از حوضچه‌های نگهداری سیلاب به‌منزله بهترین راهکار مدیریت سیلاب و مقابله با آلودگی‌های موجود مطرح است (Akan, 2003). بنابراین در زمان بارندگی و پس از شسته شدن سطوح آلوده، فلزات سنگین موجود در

استاندارد است. آزمایش‌ها طی سال ۸۴ تا ۸۶ انجام شده است. چنانچه بیان شد عوامل اصلی در ایجاد خوردگی جوئی عبارتند از: رطوبت (به میزانی که سطوح فلزی و پوشش‌ها تر شود)، ترکیبات گوگردی فعال در هوا (بویژه دی‌اکسیدگوگرد) و نرخ رسوب کلراید در هوا. رطوبت زمانی اهمیت پیدا می‌کند که رطوبت نسبی در دمای بالای صفر درجه بیش از ۸۰ درصد باشد. در این حالت امکان تشکیل مایع و تر شدن سطح بسیار زیاد است و در نتیجه باعث افزایش نرخ خوردگی خواهد شد (Nirel, and Duga, 2001) بنابراین اطلاع از مدت زمانی که رطوبت نسبی بیشتر از ۸۰ درصد است در تعیین کلاس خوردگی جوئی ضروری است.

در جدول شماره (۱) رطوبت بر حسب ساعت در سال به پنج گروه تقسیم شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود در مدت زمان تری ( $\tau_1$ ) تقریباً احتمال تشکیل مایع وجود ندارد. در زمان ( $\tau_2$ ) احتمال تشکیل مایع بر روی سطوح فلزی کم و به همین ترتیب در زمان‌های ( $\tau_3$ ) تا ( $\tau_5$ ) تشکیل مایع، و یا بارندگی را خواهیم داشت.

#### جدول شماره (۱): طبقه بندی زمان مرطوب بودن

زمان مرطوب بودن		نوع طبقه بندی
درصد	ساعت در سال	
$\tau \leq 0/1$	$\tau \leq 10$	$\tau_1$
$0/1 < \tau < 3$	$10 < \tau \leq 250$	$\tau_2$
$3 < \tau < 30$	$250 < \tau \leq 2500$	$\tau_3$
$30 < \tau < 60$	$2500 < \tau \leq 5500$	$\tau_4$
$60 < \tau$	$5500 < \tau$	$\tau_5$

جدول شماره (۲) دسته‌بندی میزان آلودگی به ترکیبات گوگردی را در محدوده‌های مختلف غلظت ارائه می‌دهد. در این جدول  $P_c$ : غلظت دی‌اکسیدگوگرد برحسب میکروگرم بر مترمکعب و  $P_d$ : میزان ترکیبات گوگردی برحسب میلی‌گرم بر متر مربع در روز، دی‌اکسیدگوگرد است. براین اساس در محدوده  $P_0$  میزان آلودگی ناچیز و در  $P_3$  میزان آلودگی به دی‌اکسیدگوگرد بسیار بالاست که در عمل بندرت چنین غلظت‌هایی اتفاق می‌افتد.

در جدول شماره (۳) نیز محدوده نرخ رسوب کلراید به چهار قسمت ( $S_0$  تا  $S_3$ ) تقسیم شده است که در این تقسیم بندی نیز محدوده  $S_0$  مربوط به غلظت‌های بسیار پایین (آلودگی زمینه) و  $S_3$  مربوط به غلظت‌های بسیار بالاست.

رواناب صنعتی به درون این تأسیسات وارد شده و ایجاد آلودگی می‌کنند و معمولاً مازاد حجم مخزن به دریا تخلیه می‌شود. بیشتر فلزات توانایی حل شدن کمی در pH های آب طبیعی دارند و ممکن است ته نشین شد، یا در طی مراحل انتقال، جذب مواد مختلفی شوند که با سیلاب جابه‌جا می‌شوند (Liu, et al., 2005). بررسی کیفیت سیلاب در منطقه صنعتی پارس جنوبی مبین وجود آلودگی فلزات سنگین در خروجی حوضچه‌های نگهداری سیلاب پالایشگاهها و پتروشیمی‌های منطقه است. همچنین باتوجه به نتایج داده‌های پایش توسط شرکت توتال فرانسه (۲۰۰۲) غلظت یون‌های سولفات، نترات، بی‌کربنات و فلزات سنگین در آبهای زیرزمینی منطقه طی سالهای ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۲ اندازه‌گیری شده و از حد استاندارد بالاتر است بنابراین آبهای زیرزمینی منطقه پارس جنوبی در معرض خطر آلودگی است و امکان تزریق سیلاب به آبهای زیرزمینی منطقه نیست. درحال حاضر سیلاب آلوده بدون تصفیه به محیط دریایی وارد می‌شود که پایش آبهای ساحلی نیز نشان دهنده وجود آلودگی‌های مختلف از جمله فلزات سنگین در نزدیکی کانال خروجی شرکت‌های منطقه به دریاست (پروین‌نیا و همکاران، ۱۳۸۶). بنابراین برای بررسی منشاء به‌وجود آمدن آلودگی فلزات سنگین که یکی از منابع آلودگی سیلاب نیز است، به بررسی میزان خوردگی جوئی در منطقه عسلویه پرداخته شده است. همچنین اطلاعات مربوط به میزان خوردگی جوی به‌عنوان یکی از شاخص‌های آلودگی هوا در منطقه ویژه اقتصادی انرژی پارس برای انتخاب نوع پوشش و جنس مواد اهمیت حیاتی دارد.

#### مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری سیلاب در زمستان سال ۱۳۸۶ به‌صورت لحظه‌ای از خروجی چندین حوضچه نگهداری سیلاب و قبل از تخلیه به دریا انجام شده است. نمونه‌ها با اسید نیتریک ۶۳٪ و به میزان ۵ سی‌سی در لیتر اسیدی و به آزمایشگاه فرستاده شده و میانگین غلظت محاسبه شد. کلاس خوردگی جوئی را می‌توان با نصب قطعات فلزی استاندارد در محیط مورد نظر و بررسی خوردگی آنها پس از مدت زمان مشخص مطابق استاندارد ایزو شماره‌های ۹۲۲۶ و ۹۲۲۳ تعیین کرد (ISO, 1992). همچنین با ارزیابی عوامل مهم و مؤثر در خوردگی جوئی مانند رطوبت و میزان آلاینده‌ها در محیط می‌توان کلاس خوردگی محیط را تعیین کرد. در این تحقیق هدف تعیین کلاس خوردگی جوئی در منطقه با استفاده از نتایج سنجش رطوبت، ترکیبات گوگردی فعال و نرخ رسوب کلراید مطابق روش‌های

در جدول شماره (۴) میزان خوردگی جوی از خوردگی خیلی پایین ( $C_1$ ) تا خوردگی بسیار شدید ( $C_5$ ) دسته بندی شده است.

**جدول شماره (۴): طبقه بندی میزان خوردگی جوی**

میزان خوردگی	نوع طبقه بندی
خیلی کم	$C_1$
کم	$C_2$
متوسط	$C_3$
شدید	$C_4$
خیلی شدید	$C_5$

ارتباط عوامل رطوبت و میزان آلودگی (ترکیبات گوگردی و کلراید) در جدول شماره (۵) به گونه‌ای نمایش داده شده که براساس آن می‌توان نوع اتمسفر را از نظر میزان خوردگی برای فلزات پرمصرفی مانند کربن استیل غیر آلیاژی، روی، مس و آلومینیوم تعیین کرد، میزان خوردگی بر حسب اندیس عددی کدهای مربوط به شاخص خوردگی بیان شده است (برای مثال ۱ به جای  $C_1$ ).

**جدول شماره (۲): طبقه بندی میزان ترکیبات گوگردی**

بر حسب دی اکسید گوگرد

میزان ترکیبات گوگردی بر حسب $mg/(m^2 \cdot day)$ دی اکسید گوگرد	غلظت دی اکسید گوگرد ( $\mu g/m^3$ )	نوع طبقه بندی
$P_d \leq 10$	$P_c \leq 12$	$P_0$
$10 < P_d < 35$	$12 < P_c \leq 40$	$P_1$
$35 < P_d \leq 80$	$40 < P_c < 90$	$P_2$
$80 < P_d \leq 200$	$90 < P_c \leq 250$	$P_3$

**جدول شماره (۳): طبقه بندی میزان املاح موجود در هوا**

بر حسب کلراید

میزان املاح بر حسب $mg/(m^2 \cdot day)$	نوع طبقه بندی
$S \leq 3$	$S_0$
$3 < S \leq 60$	$S_1$
$60 < S \leq 300$	$S_2$
$300 < S \leq 1500$	$S_3$

**جدول شماره (۵): پیش‌بینی خوردگی جوی**

		$(\tau_4)$			$(\tau_3)$			$(\tau_2)$			$(\tau_1)$				
کربن استیل غیر آلیاژی															
$S_3$	$S_2$	$S_0$	$S_3$	$S_2$	$S_0$	$S_3$	$S_2$	$S_0$	$S_3$	$S_2$	$S_0$	$S_3$	$S_2$	$S_0$	
۵	۵	۳-۴	۵	۴	۳	۴	۳-۴	۲-۳	۳-۴	۲	۱	۱-۲	۱	۱	$P_0 - P_1$
۵	۵	۴-۵	۵	۴	۴	۴-۵	۳-۴	۳-۴	۳-۴	۲-۳	۱-۲	۱-۲	۱	۱	$P_2$
۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۴	۴	۴	۳	۲	۲	۱-۲	۱-۲	$P_3$
روی و مس															
$S_3$	$S_2$	$S_0$	$S_3$	$S_2$	$S_0$	$S_3$	$S_2$	$S_0$	$S_3$	$S_2$	$S_0$	$S_3$	$S_2$	$S_0$	
۵	۵	۳-۴	۵	۴	۳	۳-۴	۲	۲	۳	۱-۲	۱	۱	۱	۱	$P_0 - P_1$
۵	۵	۴-۵	۵	۴	۳-۴	۴	۳-۴	۳	۳	۲	۱-۲	۱-۲	۲	۲	$P_2$
۵	۵	۵	۵	۵	۴-۵	۴	۳-۴	۳	۳-۴	۳	۲	۲	۱-۲	۱	$P_3$
آلومینیوم															
$S_3$	$S_2$	$S_0$	$S_3$	$S_2$	$S_0$	$S_3$	$S_2$	$S_0$	$S_3$	$S_2$	$S_0$	$S_3$	$S_2$	$S_0$	
۵	۵	۴	۵	۳-۴	۳	۴	۳-۴	۲	۴	۲-۳	۱	۲	۲	۱	$P_0 - P_1$
۵	۵	۴-۵	۵	۴	۳-۴	۴-۵	۴	۳	۴	۳-۴	۱-۲	۲-۳	۲	۱	$P_2$
۵	۵	۵	۵	۵	۴-۵	۵	۴-۵	۳-۴	۴	۴	۳-۴	۳	۲-۳	۱	$P_3$



شکل شماره (۱): موقعیت قرارگیری ایستگاههای سنجش ترکیبات گوگردی

شماره (۷) به همراه سایر نتایج ذکر شده است. با استفاده از نتایج میدانی و جدول شماره (۸) کلاس مشخصه‌های خوردگی جوی در منطقه پارس جنوبی برای هر یک از چهار ایستگاه و برای فلزات مختلف محاسبه و نتایج در جدول شماره (۹) ارائه شده است. بر اساس نتایج مندرج در جدول شماره (۹) خوردگی جوی منطقه برای فلزات روی، مس و آلومینیوم در ۶۲/۵ درصد مواقع متوسط ( $C_3$ )، ۳۳/۳ درصد مواقع متوسط تا شدید ( $C_3-C_4$ ) و در ۴/۲ درصد مواقع شدید تا بسیار شدید ( $C_4-C_5$ ) بوده است.

در مجموع برای فلزات مذکور و در کل سال به طور متوسط خوردگی جوی منطقه در کلاس متوسط تا شدید قرار می‌گیرد. همچنین خوردگی جوی در مورد کربن استیل در

۲/۱ درصد مواقع کم تا متوسط ( $C_2-C_3$ )،

۱۲/۵ درصد مواقع متوسط ( $C_3$ )،

۳۷/۹ درصد مواقع متوسط تا شدید ( $C_3-C_4$ )،

۳۳/۳ درصد مواقع شدید ( $C_4$ ) و ۱۴/۲ درصد مواقع بسیار

شدید بوده است که به این ترتیب و در مجموع در کل سال به طور متوسط خوردگی جوی منطقه برای کربن استیل در کلاس شدید ( $C_4$ ) قرار می‌گیرد که غلظت بالای آهن در سیلاب نیز این نتیجه را تأیید می‌کند.

به منظور تعیین کلاس خوردگی جوی در ایستگاه یک تا چهار از پنج ایستگاه، که موقعیت آنها در شکل شماره (۱) مشخص شده است، به طور همزمان ترکیبات گوگردی فعال با استفاده از صفحات پراکسید سرب و نرخ رسوب کلراید به صورت متوسط ماهانه مورد سنجش قرار گرفت و با استفاده از جداول بیان شده شدت خوردگی برای فلزات مختلف طبق استانداردهای (ADEME 2002) و منابع موجود (Shindo, et al., 1990 & Clench-Aas, 1999) مشخص شد

## نتایج

بررسی کیفیت سیلاب در منطقه صنعتی پارس جنوبی مبین وجود آلودگی فلزات سنگین در خروجی حوضچه‌های نگهداری سیلاب پالایشگاهها و پتروشیمی‌های منطقه است.

فلزات ردیابی شده شامل روی، آهن، مس، سرب، کروم، کبالت کادمیم، نیکل و منگنز است که نتایج نمونه‌برداری انجام شده در جدول شماره (۶) نشان داده شده است. در حال حاضر غلظت آهن با متوسط ۳/۳ میلی‌گرم در لیتر بیش از استاندارد تخلیه به محیط است. نتایج سنجش ترکیبات گوگردی فعال در هوا (سولفاتاسیون) و نتایج سنجش نرخ رسوب کلراید در جدول شماره (۷) ارائه شده است. همچنین رطوبت نیز در یک نقطه به طور پیوسته ثبت شده است. درصد مواقعی که رطوبت نسبی بالای ۸۰ درصد بوده در جدول

**جدول شماره (۶): غلظت فلزات سنگین در سیلاب‌های منطقه صنعتی پارس جنوبی بر حسب میلی گرم در لیتر**

فلزات سنگین موجود	ماکزیمم	مینیمم	انحراف معیار	میانگین	استاندارد دفع به آبهای سطحی	استاندارد کشاورزی
روی	۰/۵۱۸	۰/۰۰۷	۰/۱۵	۲۲/۰	۲	۲
آهن	۹/۲	۰/۰۵	۱/۲	۳/۳	۳	۳
مس	۰/۱	۰/۰۰۱	۰/۰۲۱	۰/۰۴	۱	۰/۰۲
سرب	۰/۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۵	۰/۰۱	۱	۱
کروم	۰/۰۴۱	۰/۰۰۳	۰/۰۲۱	۰/۰۳۵	۰/۵	۱
کیالت	۰/۰۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۵	۱	۰/۰۵
کادمیم	۲/۴۹	۰/۰۰۱	۰/۰۰۳	۰/۰۰۵	۰/۱	۰/۰۵
نیکل	۰/۰۱۵	۰/۰۰۸	۰/۰۰۲	۰/۰۱	۲	۲
منگنز	۰/۴۳	۰/۱۳	۰/۰۹	۰/۲۴	۱	۱

**جدول شماره (۷): نتایج سنجش همزمان سولفاتاسیون هوا و نرخ رسوب کلراید بر حسب (mg/m<sup>2</sup>/day) و درصد زمان‌های با رطوبت**

بیش از ۸۰ درصد

شماره ایستگاه	۱			۲			۳			۴		
	سولفاتاسیون کلراید	رطوبت % < ۸۰	رسوب کلراید	سولفاتاسیون کلراید	رطوبت % < ۸۰	رسوب کلراید	سولفاتاسیون کلراید	رطوبت % < ۸۰	رسوب کلراید	سولفاتاسیون کلراید	رطوبت % < ۸۰	رسوب کلراید
مرداد	۴۴	۴۲	۳۰	۵۳	۴۷	۳۰	۳۳	۴۷	۳۰	۴۷	۳۸	۳۰
شهریور	۵۰	۲۵	۳۳	۵۳	۲۵	۳۳	۴۹	۲۴	۳۳	۴۶	۱۶	۲۳
مهر	۵۵	۴۱	۲۷	۵۶	۴۵	۲۷	۵۰	۲۵	۲۷	۵۸	۱۷	۲۷
آبان	۶۹	۳۵	۲۲	۷۷	۲۸	۲۲	۶۰	۲۸	۲۲	۲۵	۳۷	۲۲
آذر	۹۳	۱۵	۴۷	۷۸	۱۸	۴۷	۵۹	۹	۴۷	۶۳	۶	۴۷
دی	۲۵	۳۰	۲۲	۵۹	۲۰	۲۲	۴۹	۲۱	۲۲	۵۳	۴	۲۲
بهمن	۳۳	۲۸	۲۷	۳۵	۳۱	۲۷	۳۳	۲۷	۲۷	۵۹	۳۳	۲۷
اسفند	۲	۱۳	۴۳	۵۰	۱۰	۴۳	۴۹	۳۰	۴۳	۶۴	۲۰	۴۳
فروردین ۸۵	۱۷	۲۶	۳۹	۳۲	۳۷	۳۹	۳۸	۲۰	۳۹	۴۹	۲۹	۳۹
اردیبهشت	۲۷	۲۹	۳۱	۴۸	۲۰	۳۱	۵۸	۱۷	۳۱	۶۶	۲۸	۳۱
خرداد	۳۹	۲۹	۲۸	۶۳	۱۸	۲۸	۶۱	۱۹	۲۸	۷۵	۲۳	۲۸
تیر	۲۱	۱۶	۳۱	۴۴	۳۲	۳۱	۵۳	۲۱	۳۱	۸۹	۲۲	۳۱
متوسط کل	۴۰	۲۷	۳۲	۵۴	۲۸	۳۲	۴۹	۲۴	۳۲	۵۸	۲۴	۳۲

جدول شماره (۸): تعیین کلاس مشخصه های محیطی بر اساس جداول شماره (۲ تا ۵)

۴			۳			۲			۱			شماره ایستگاه
رطوبت	رسوب کلراید	سولفاتاسیون	رطوبت	رسوب کلراید	سولفاتاسیون	رطوبت	رسوب کلراید	سولفاتاسیون	رطوبت	رسوب کلراید	سولفاتاسیون	
$\tau_3$	S <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	$\tau_3$	S <sub>1</sub>	P <sub>1</sub>	$\tau_3$	S <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	$\tau_3$	S <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	مرداد ۸۴
$\tau_4$	S <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	$\tau_4$	S <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	$\tau_4$	S <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	$\tau_4$	S <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	شهریور
$\tau_3$	S <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	$\tau_3$	S <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	$\tau_3$	S <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	$\tau_3$	S <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	مهر
$\tau_3$	S <sub>1</sub>	P <sub>1</sub>	$\tau_3$	S <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	$\tau_3$	S <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	$\tau_3$	S <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	آبان
$\tau_4$	S <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	$\tau_4$	S <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	$\tau_4$	S <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	$\tau_4$	S <sub>1</sub>	P <sub>3</sub>	آذر
$\tau_3$	S <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	$\tau_3$	S <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	$\tau_3$	S <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	$\tau_3$	S <sub>1</sub>	P <sub>1</sub>	دی
$\tau_3$	S <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	$\tau_3$	S <sub>1</sub>	P <sub>1</sub>	$\tau_3$	S <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	$\tau_3$	S <sub>1</sub>	P <sub>1</sub>	بهمن
$\tau_4$	S <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	$\tau_4$	S <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	$\tau_4$	S <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	$\tau_4$	S <sub>1</sub>	P <sub>1</sub>	اسفند
$\tau_4$	S <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	$\tau_4$	S <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	$\tau_4$	S <sub>1</sub>	P <sub>1</sub>	$\tau_4$	S <sub>1</sub>	P <sub>1</sub>	فروردین ۸۵
$\tau_4$	S <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	$\tau_4$	S <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	$\tau_4$	S <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	$\tau_4$	S <sub>1</sub>	P <sub>1</sub>	اردیبهشت
$\tau_3$	S <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	$\tau_3$	S <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	$\tau_3$	S <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	$\tau_3$	S <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	خرداد
$\tau_4$	S <sub>1</sub>	P <sub>3</sub>	$\tau_4$	S <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	$\tau_4$	S <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	$\tau_4$	S <sub>1</sub>	P <sub>1</sub>	تیر
$\tau_4$	S <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	$\tau_4$	S <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	$\tau_4$	S <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	$\tau_4$	S <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	متوسط کل

جدول شماره (۹): پیش بینی کلاس خوردگی جوی طی ماههای مختلف در کل سال بر اساس سنجش های محیطی از C<sub>1</sub> تا C<sub>5</sub>

۴			۳			۲			۱			شماره ایستگاه
آلومینیوم	روی و مس	کربن استیل	آلومینیوم	روی و مس	کربن استیل	آلومینیوم	روی و مس	کربن استیل	آلومینیوم	روی و مس	کربن استیل	
C <sub>3</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>3</sub> -C <sub>4</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>3</sub> -C <sub>4</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>3</sub> -C <sub>4</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>3</sub> -C <sub>4</sub>	مرداد
C <sub>3</sub> -C <sub>4</sub>	C <sub>3</sub> -C <sub>4</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>3</sub> -C <sub>4</sub>	C <sub>3</sub> -C <sub>4</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>3</sub> -C <sub>4</sub>	C <sub>3</sub> -C <sub>4</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>3</sub> -C <sub>4</sub>	C <sub>3</sub> -C <sub>4</sub>	C <sub>4</sub>	شهریور
C <sub>3</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>3</sub> -C <sub>4</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>3</sub> -C <sub>4</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>3</sub> -C <sub>4</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>3</sub> -C <sub>4</sub>	مهر
C <sub>3</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>3</sub> -C <sub>4</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>3</sub> -C <sub>4</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>3</sub> -C <sub>4</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>3</sub> -C <sub>4</sub>	آبان
C <sub>3</sub> -C <sub>4</sub>	C <sub>3</sub> -C <sub>4</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>3</sub> -C <sub>4</sub>	C <sub>3</sub> -C <sub>4</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>3</sub> -C <sub>4</sub>	C <sub>3</sub> -C <sub>4</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>4</sub> -C <sub>5</sub>	C <sub>4</sub> -C <sub>5</sub>	C <sub>5</sub>	آذر
C <sub>3</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>3</sub> -C <sub>4</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>3</sub> -C <sub>4</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>3</sub> -C <sub>4</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>2</sub> -C <sub>3</sub>	دی
C <sub>3</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>3</sub> -C <sub>4</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>3</sub> -C <sub>4</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>3</sub> -C <sub>4</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>3</sub>	بهمن
C <sub>3</sub> -C <sub>4</sub>	C <sub>3</sub> -C <sub>4</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>3</sub> -C <sub>4</sub>	C <sub>3</sub> -C <sub>4</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>3</sub> -C <sub>4</sub>	C <sub>3</sub> -C <sub>4</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>3</sub>	اسفند
C <sub>3</sub> -C <sub>4</sub>	C <sub>3</sub> -C <sub>4</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>3</sub> -C <sub>4</sub>	C <sub>3</sub> -C <sub>4</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>3</sub>	فروردین ۸۵
C <sub>3</sub> -C <sub>4</sub>	C <sub>3</sub> -C <sub>4</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>3</sub> -C <sub>4</sub>	C <sub>3</sub> -C <sub>4</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>3</sub> -C <sub>4</sub>	C <sub>3</sub> -C <sub>4</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>3</sub>	اردیبهشت
C <sub>3</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>3</sub> -C <sub>4</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>3</sub> -C <sub>4</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>3</sub> -C <sub>4</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>3</sub> -C <sub>4</sub>	خرداد
C <sub>4</sub> -C <sub>5</sub>	C <sub>4</sub> -C <sub>5</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>3</sub> -C <sub>4</sub>	C <sub>3</sub> -C <sub>4</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>3</sub> -C <sub>4</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>3</sub>	تیر
C <sub>3</sub> -C <sub>4</sub>	C <sub>3</sub> -C <sub>4</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>3</sub> -C <sub>4</sub>	C <sub>3</sub> -C <sub>4</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>3</sub> -C <sub>4</sub>	C <sub>3</sub> -C <sub>4</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>3</sub> -C <sub>4</sub>	C <sub>3</sub> -C <sub>4</sub>	C <sub>4</sub>	متوسط کل

**جمع بندی نتایج**

کلاس شدید (C4) قرار می‌گیرد. بنابراین در زمان بارندگی، شسته شدن سطوح فلزی کیفیت سیلاب‌ها را در این منطقه از نظر فلزات سنگین و بخصوص آهن، تحت تأثیر قرار خواهد داد. با راه‌اندازی واحدهای جدید و تشدید آلودگی‌های هوا در منطقهٔ عسلیویه که قطب اقتصاد انرژی کشور است، برای کاهش هزینه‌های گزاف ناشی از خوردگی توجه به انتخاب مصالح و پوشش‌های مناسب در فعالیت‌های صنعتی و عمرانی در منطقه با توجه به کلاس خوردگی جوئی در این منطقه ضروری است. بنابراین توصیه می‌شود، کنترل آلودگی هوا، حفاظت کاتدی و حفاظت از پوشش‌های فلزی با رنگهای مناسب به‌عنوان اقدامی به‌منظور کاهش انتشار فلزات و آلودگی‌های دیگر، در محیط انجام شود.

**تشکر و قدردانی**

نویسندگان مقاله از تمامی کارکنان پژوهشگاه صنعت نفت که در طرح پایش آلودگی هوا شرکت داشتند، کمال تشکر را دارند.

بررسی کیفیت سیلاب در منطقهٔ صنعتی پارس جنوبی مبین وجود فلزات سنگین روی، آهن، مس، سرب، کروم، کبالت کادمیم، نیکل و منگنز در خروجی حوضچه‌های نگهداری سیلاب پالایشگاههای گاز و پتروشیمی‌های منطقه است. در حال حاضر، غلظت آهن با متوسط ۳/۳ میلی‌گرم در لیتر بیش از استاندارد تخلیه به محیط است. براساس نتایج بررسی خوردگی جوئی برای فلزات روی، مس و آلومینیوم، خوردگی جوئی منطقه در ۶۲/۵ درصد مواقع متوسط (C3)، ۳۳/۳ درصد مواقع متوسط تا شدید (C3-C4) و در ۴/۲ درصد مواقع شدید تا بسیار شدید (C4-C5) بوده است. در مجموع برای فلزات مذکور و در کل سال به طور متوسط خوردگی جوئی منطقه در کلاس متوسط تا شدید قرار می‌گیرد. همچنین خوردگی جوئی در مورد کربن استیل در ۲/۱ درصد مواقع کم تا متوسط (C2-C3)، ۱۲/۵ درصد مواقع متوسط (C3)، ۳۷/۹ درصد مواقع متوسط تا شدید (C3-C4)، ۳۳/۳ درصد مواقع شدید (C4) و ۱۴/۲ درصد مواقع بسیار شدید بوده است که به این ترتیب و در کل سال به طور متوسط خوردگی جوئی منطقه برای کربن استیل در

**منابع مورد استفاده**

پروین‌نیا، م. ، فخرالدین، غ. ، رخشنده رو، غ. ، اعزازی، م. ۱۳۸۶. آلودگی آبهای ساحلی، آبریان و رسوبات ناشی از فعالیت فازهای مختلف منطقهٔ ویژه اقتصادی انرژی پارس، دومین همایش تخصصی محیط زیست، دانشگاه تهران.

شرکت توتال فرانسه ۲۰۰۲. پایش آلاینده‌های منطقهٔ پارس جنوبی. گزارش ارزیابی زیست محیطی، شرکت مجتمع گاز پارس جنوبی.

صفوی، الف. ۱۳۷۸. مطالعهٔ آلودگی آب دشت شیراز و دریاچهٔ مهارلو به فلزات سنگین. طرح پژوهشی، سازمان حفاظت محیط زیست استان فارس.

ADEME .2002. Classification and criteria for setting up Air Quality Monitoring Stations. Agence de l'Environment et de la Martrise de l'Enexgie.

Akan, A.O.2003. Storm Runoff Detention for Pollution Removal. McGraw-Hill, first Edition.

Clench-Aas,J.1999. Air Pollution exposure Monitoring and Estimating Part I. Integrated Air Quality Monitoring system. Environmental Monitoring, 1,313-319

Henry,J. , H.,Mcdermott, and J.,McDermott.2004. Air Monitoring For Toxic Exposure. Second Edition,Moraga, California, John Wiley & Sons, Inc.

ISO 9223 .1992. Corrosion of metals and alloys, Corrosivity of atmospheres, Classification.

---

ISO 9226 .1992. Determination of corrosion rate of standard specimens.

Liu,D. , J.J.,Sansalone, and F.C.,Cartledge.2005. Overall Rate Kinetics for Adsorption of Rainfall-Runoff Heavy Metals by Composite Oxide-Coated Polymeric Media. Environmental Engineering, 131,1168.

Nirel,R. , U.,Dugan.2001. On the ratio of sulfur dioxide to Nitrogen Oxides as an Indicator of Air Pollution Sources.Applied Meteorology,40,1209–1222.

Shindo,J., K.,Oi and Y.,Matsumuto.1990. Considerations on Air Pollution Monitoring Network Design in the light of Spatio-Temporal Variations of Data. Atmospheric Environment,24B,2,335 –342.